

© EPODOC / EPO

**BEST AVAILABLE COPY**

PN - JP4083099 A 19920317  
PD - 1992-03-17  
PR - JP19900196513 19900725  
OPD - 1990-07-25  
TI - CONSTITUTION OF UNDERGROUND CAVITY UTILIZING  
SUPER-PLASTIC ALLOY IN SOFT FOUNDATION  
IN - OGAWA TAKATOSHI; OKADA KATSUYA; TSUBOUCHI NOBURO;  
SAITO TOSHIO; NAKAYAMA KOJI; ASAI KATSUTOSHI;  
SHIMOKOUCHI TAKAFUMI; AZUMA KENJI  
PA - TAKENAKA KOMUTEN CO  
IC - E21D13/02

© PAJ / JPO

PN - JP4083099 A 19920317  
PD - 1992-03-17  
AP - JP19900196513 19900725  
IN - OGAWA TAKATOSHI; others: 07  
PA - TAKENAKA KOMUTEN CO LTD  
TI - CONSTITUTION OF UNDERGROUND CAVITY UTILIZING SUPER-  
PLASTIC ALLOY IN SOFT FOUNDATION  
AB - PURPOSE: To construct an underground cavity by sintering a  
heading wall excavated in a soft foundation with a laser, providing a  
fine crystal grain super-plastic alloy on the top end of the heading  
leaving an unsintered part, expanding the alloy with pressurized  
high temperature gas, and then coiling the alloy to remove the  
super-plastic property.  
- CONSTITUTION: A heading 2 is excavated in a soft foundation 1  
and an opening edge 2a and heading wall 2b are sintered and  
stabilized with CO<sub>2</sub> and a gas laser while being excavated. An  
unsintered part 2c is purposely left at the front end of the shaft and  
a plate-like fine crystal grain super-plastic alloy 3 is attached to the  
end of the heading 2 to close and seal 4 the unsintered part 2c for  
blocking gas leak. Next, pressurized high temperature gas 5 is  
supplied to the heading 2 to expand the plate-like alloy 3 into the  
spherical form for forming a cavity 6. The high temperature gas is  
recovered 7 from the cavity 6 and low temperature gas is supplied 8  
thereto to cool the alloy 3 so that the super-plasticity is terminated  
to recover the strength and the internal pressure in the cavity 6 is  
set to 1 atmospheric pressure to permit residence.  
I - E21D13/02

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑯ 日本国特許庁(JP)

⑰ 特許出願公開

⑱ 公開特許公報(A)

平4-83099

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>  
E 21 D 13/02識別記号  
庁内整理番号  
6838-2D

④公開 平成4年(1992)3月17日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑥発明の名称 軟弱地盤における超塑性合金を利用した地下空洞の構成方法

②特 願 平2-196513

②出 願 平2(1990)7月25日

⑦発明者 小 川 孝 寿 東京都江東区南砂2丁目5番14号 株式会社竹中工務店技術研究所内

⑦発明者 岡 田 克 也 東京都江東区南砂2丁目5番14号 株式会社竹中工務店技術研究所内

⑦発明者 坪 内 信 朗 東京都江東区南砂2丁目5番14号 株式会社竹中工務店技術研究所内

⑦発明者 斉 藤 俊 夫 東京都江東区南砂2丁目5番14号 株式会社竹中工務店技術研究所内

⑦出 願 人 株式会社竹中工務店 大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号

⑦代 理 人 弁理士 渡 辺 一 豊

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

軟弱地盤における超塑性合金を利用した地下空洞の構成方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 軟弱地盤に坑道を掘削しつつ同時にレーザー焼結等で坑壁を安定させて先端に未焼結部を残余させた坑道を構築した後、当該坑道の先端に板状の微細結晶粒超塑性合金を該未焼結部を蓋する態様にし、坑道に加圧高温ガスを提供して該板状合金を球状に膨らませ、しかる後、当該膨らんだ球状の合金を冷却して超塑性特性を除去するとしたことを特徴とする軟弱地盤における超塑性合金を利用した地下空洞の構成方法。

(2) 板状の2枚の微細結晶粒超塑性合金を積重したうえその周縁部をガス出し入れのための通気孔部を残して拡散接合した積重板体を、軟弱地盤に打込み、該通気孔より差し込みノズルを介して加圧高温ガスを供給して該積重板体を球状に膨らませ、しかる後、当該膨らんだ球状の合

金を冷却して超塑性特性を除去し、開口を施すとしたことを特徴とする軟弱地盤における超塑性合金を利用した地下空洞の構成方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 「産業上の利用分野」

本発明は、軟弱な地盤、例えば海岸埋立地のゲル状のヘドロ層あるいは月や火星などの重力が極端に小さく浮遊粉状に堆積した地層における超塑性合金を利用した地下空洞の構成方法に関する。

## 「従来の技術」

叙上のヘドロ層や宇宙における重力が小さい故に浮遊粉状に堆積した層等の所謂軟弱地盤中に大空間を構築することは、地下利用や隕石が降りそぐ条件下での宇宙基地の建設の点から注目されるところである。

叙上の如く悪条件の地盤中に空洞を構築するのに地盤改良(硬化)を前提として、地盤を山留めして植切りするオープンカット工法、又はシールド掘削機などでトンネルを掘る方法などを適用するとしたのでは、あまりにも非現実的となり採用

し得ず、地盤改良はせずして地盤の軟弱を逆手に  
 として超塑性合金を利用して簡易に空洞を構築し  
 得る手段を、本出願人は特願平2-89389号  
 で提案している。その要旨は、軟弱地盤に微細結  
 晶粒超塑性合金(結晶粒径が数 $\mu$ m以下の等軸晶  
 組織を有し、それぞれ決った温度範囲のもとで、  
 きわめて低い応力で変形し、しかも巨大な伸び(超  
 塑性)を示す。)でもって製作の先端閉塞の立  
 穴パイプを打込み、当該立穴パイプにふくらみ防  
 止用口金を装着し、当該立穴パイプ内に伸延自在  
 に装入した加熱部を長手方向に移動させると共に  
 立穴パイプ内面側に当該加熱部の深度に合った加  
 圧を加えて、連続的に立穴パイプの穴拡げを行な  
 った後、当該立穴パイプを冷却して超塑性特性を  
 除去し、該口金の細口径部を切断して立穴開口を  
 形成し、次いで、当該立穴側壁より微細結晶粒超  
 塑性合金でもって製作の先端閉塞の横穴パイプを  
 打込み、当該横穴パイプにふくらみ防止用口金を  
 装着して高温ガスで加圧することにより穴拡げと  
 共に立穴との間の超塑性接合を行なわせ、しかる

微細結晶粒超塑性合金を該未焼結部を蓋する態様に  
 装着すると共に周縁をシールし、坑道に加圧高温  
 ガスを供給して該板状合金を球状に膨らませ、し  
 かる後、当該膨らんだ球状の合金を冷却して超塑  
 性特性を除去するとしたものである。

また、板状の2枚の微細結晶粒超塑性合金を積  
 重したうえにその周縁部をガス出し入れのための  
 通気孔部を残して拡散接合した積重板体を、軟弱  
 地盤に打込み、該通気孔より差し込みノズルを介  
 して加圧高温ガスを供給して該積重板体を球状に  
 膨らませ、しかる後、当該膨らんだ球状の合金を  
 冷却して超塑性特性を除去し、開口を旋こすとし  
 たものである。

#### 「作用」

上記のように構成された地下空洞の構成方法に  
 よれば、

坑道先端に装着され若しくは地盤中に打込まれ  
 た積重された板状の微細結晶粒超塑性合金は、そ  
 の特性で高温下での加圧で球状に膨脹する。

膨脹体は合金より成るので、対地盤接触の強度

後、横穴パイプを冷却して超塑性特性を除去し、  
 細口径部の切断除去でもって所望の地下空洞を構  
 成するとした点にある。

#### 「発明が解決しようとする課題」

叙上の従来の手段にあっては、超塑性合金の大  
 口径、長尺のパイプの製造、現場への搬入が前提  
 となるが、大口径パイプの製造は簡易でないこと、  
 宇宙やへき地である地球上の軟弱地盤の現場への  
 大口径、長尺のパイプの運搬は、荷がかさばり非  
 効率であるという欠点がある。

本発明は、超塑性合金を加工素材の板状のまま  
 で空洞形成に供し得て、空洞形成素材についての  
 製造上の難点、運搬上の不都合を解消した軟弱地  
 盤における地下空洞の構成方法を提供することを  
 目的とする。

#### 「課題を達成するための手段」

上記目的を達成するために、本発明の方法は、  
 軟弱地盤に坑道を掘削しつつ同時にレーザー焼結  
 等で坑壁を安定させて先端に未焼結部を残余させ  
 た坑道を構築した後、当該坑道の先端に板状の微

は充分である。さらに、膨脹体は球形状化後の冷  
 却処理で直ちに外圧に対して形状を維持する強度  
 を発現するので、補強手当ては一切不要である。

叙上の膨脹素材は、いずれも板状であるので、  
 製造については所定形状に裁断することしか手間  
 はかからず、かつ、積重板体における周縁拡散接  
 合は超塑性温度への加熱又は超音波振動の付加で  
 簡単になし得る。また、いずれも運搬時は密に積  
 層させることが出来、効率がよい。

#### 「実施例」

実施例について図面を参照して説明すると、月  
 表面での実施態様を示す第1図において、軟弱地  
 盤1に坑道2を掘削する。当該坑道2の開口縁2a、  
 坑壁2bは掘削と同時に例えばCO<sub>2</sub>ガスレーザーで  
 焼結して安定させる。

当該坑道2は故意に先端に未焼結部2cを残余さ  
 せる。

しかる後、当該坑道2の先端に板状の微細結晶  
 粒超塑性合金3を該未焼結部2cを蓋する態様に装  
 着し、ガスリーク阻止のためにシール4を施す

a 図)。坑道 2 に加圧高温ガス 5 を供給し、該板状合金 3 を球状に膨らませて空洞 6 を形成していく (b 図)。所定の膨らみに達したところで、空洞 6 に対して高温ガスの回収 7、低温ガスの送り込み 8 をして合金 3 を冷却して超塑性終了を図かり、強度を回復させる (冷却は、自然冷却が一般的であるが、例えば真空中のように自然冷却に長時間要する特殊環境下においては、熱硬化樹脂を吹きつけて強制的に熱を奪ったり、あるいは熱—電気変換素子や化学蓄熱材などを利用して、熱エネルギーを他の有用なエネルギーに変える方法を用いると良い。) (c 図)。合金 3 の強度回復をもって安定した空洞 6 の内圧を 1 気圧に設定して人間が居住するに最適なものとする (d 図)。

第 2 図に示す手段は前記第 1 図での加圧気のリーク阻止が必要となるという煩わしさを解消したものである。すなわち、第 2 図 a に示す如く、2 枚の板状の微細結晶粒超塑性合金 3、3' を積重し、そのガス出入れのための通気孔部 9 のみを残した周縁部に超塑性温度への加熱又は超音波振動

を加えて、微細結晶粒超塑性合金の特性である拡散接合 10 を生じさせる (a 図)。当該拡散接合 10 は、接合させない部分に異種材料 (例えば、超塑性のない材料やあるいは潤滑ペーストなど) を挟んで行えばよい。

特に、真空雰囲気下では、接合の妨げとなる表面被膜が形成されないで、容易に完璧な接合ができるため、宇宙で施行する方が有利である。

そして、その接合度合は、原子オーダーの密接であって、合金 3、3' の積重板体 11 は周縁部のみで一体化した板体となる。かかる積重板体 11 の主膨脹方向 12 は板厚方向である。また、積重板体 11 は後述する如く地盤 1 に打込みされるので、その打込方向 13 の先端を図示の如く鋭角 14 に成形するを良しとする。

しかして、積重板体 11 を地盤 1 中に打ち込む (b 図)。該通気孔部 9 に差し込みノズルを取付け、加圧高温ガスの供給 15 を行ない、積重板体 11 を球状に膨らませる (c 図)。所定の膨らみを獲た後の既述要領の高温ガスの回収 7、低温ガスの送り

込み 8 をして、冷却、超塑性終了を行なう (d 図)。次いで、開口 16 をとり行なって完成する (e 図)。

以上により、ガスリークを完全に阻止しての施工が可能となる。

#### 「発明の効果」

本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

軟弱地盤に空洞を形成する素材が、板状で良いため、別段面倒、コスト高をもたらす加工が不要であると共に資材の運搬に際しては積み重ねて小容積で多量の移送が可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図 a ~ d は、本発明の工程手順説明図、第 2 図 a ~ e は本発明の他の工程手順説明図である。

1 … 軟弱地盤、 2 … 坑道、 2a … 開口縁、 2b … 坑壁、 2c … 未燃結部、 3、3' … 微細結晶粒超塑性合金、 4 … シール、 5 … 高温ガス、 6 … 空洞、 7 … 高温ガスの回収、 8 … 低温ガスの送り込み、 9 … 通気孔部、 10 … 拡散接合、

11 … 積重板体、 12 … 主膨脹方向、 13 … 打込方向、 14 … 鋭角、 15 … 加圧高温ガスの供給、 16 … 開口。

19/12

19/2/12

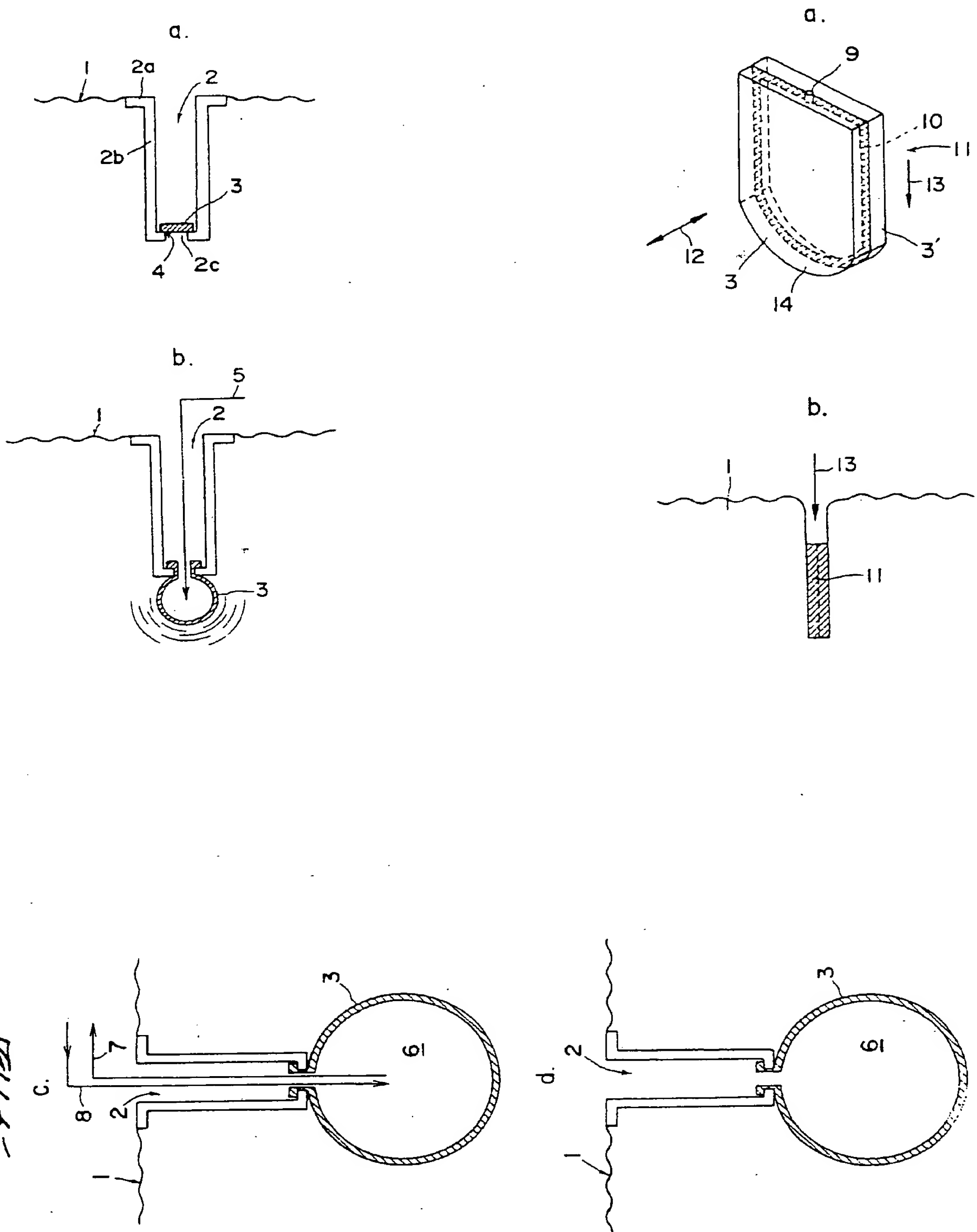
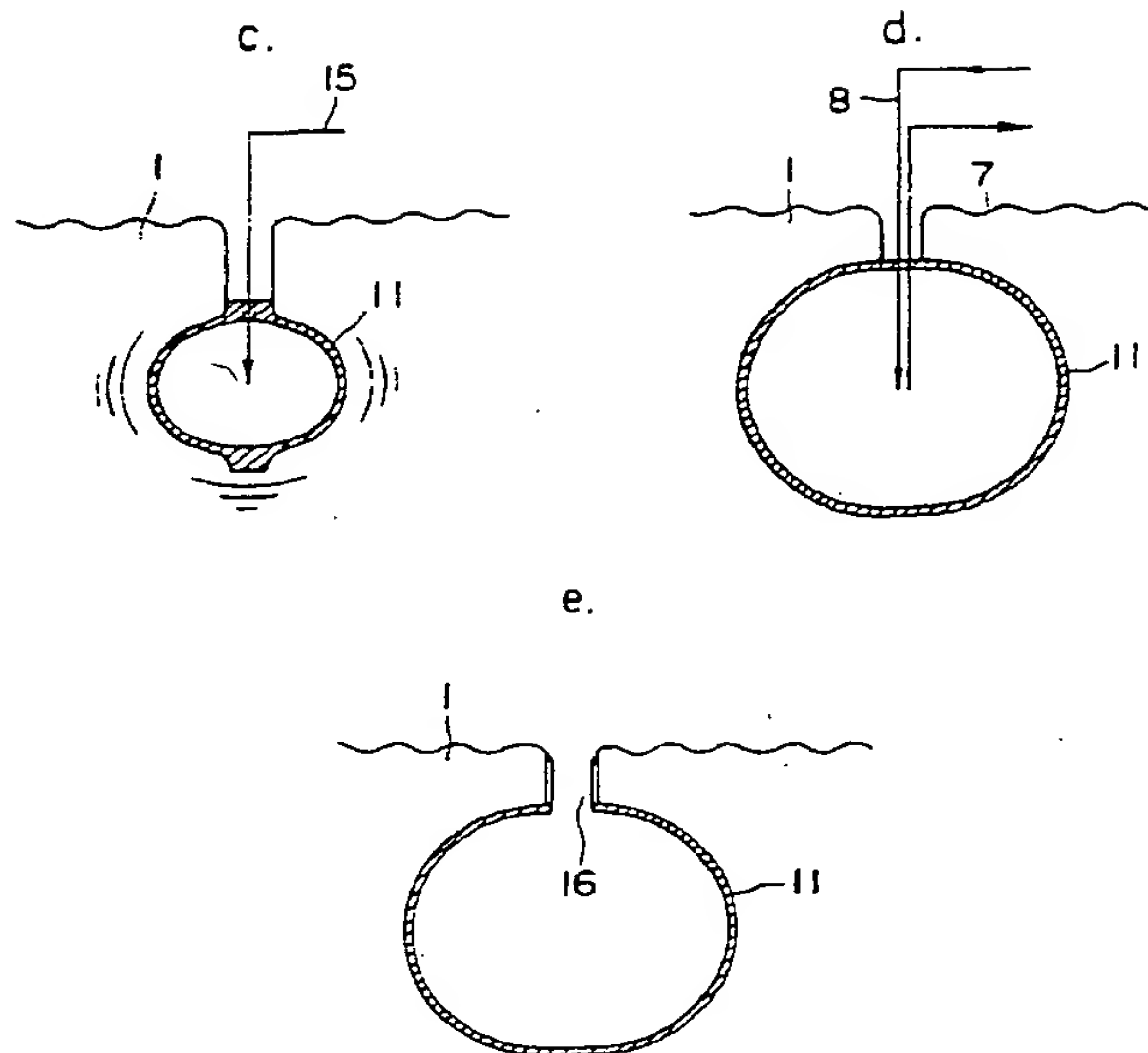


図2



1---軟弱地盤 2---坑道 2a---開口縁 2b---坑壁 2c---未燃部  
 3,3'---微細結晶性超塑性合金 4---シール 5---高温ガス 6---空洞  
 7---高温ガスの回収 8---低温ガスの送入口 9---通気孔部  
 10---拡散接合 11---積重板体 12---主膨張方向 13---行達方向  
 14---鋭角 15---加圧高温ガスの供給 16---開口

第1頁の続き

⑫発明者	中山	康志	東京都江東区南砂2丁目5番14号	株式会社竹中工務店技術研究所内
⑫発明者	浅井	勝稔	東京都江東区南砂2丁目5番14号	株式会社竹中工務店技術研究所内
⑫発明者	下河内	隆文	東京都江東区南砂2丁目5番14号	株式会社竹中工務店技術研究所内
⑫発明者	東	健司	大阪府富田林市寺池合3-4-9	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**BEST AVAILABLE COPY**